



Cup 1722

I HEREBY CERTIFY THAT THE CORRESPONDENCE IS BEING  
DEPOSITED WITH THE UNITED STATES POSTAL SERVICE AS  
FIRST-CLASS MAIL IN AN ENVELOPE ADDRESSED TO:  
ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS, WASHINGTON, D.C.  
ON THIS 23 DAY OF OCTOBER, 2001

BY Richard M. Beck

775/60 (9086\*172)

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

.....  
**WOLFGANG ROHDE ET AL** :

**SERIAL NO: 09/938,756** : **ART UNIT: 1722**

**FILED: AUGUST 24, 2001** : **EXAMINER: TBD**

**FOR: PRODUCTION OF HOLLOW PLASTIC :**  
**ARTICLES**

.....  
**Assistant Commissioner for Patents**  
**Washington, D.C. 20231**

Sir:

On September 12, 2001, foreign priority document number 100 42 403.1 was  
incorrectly forwarded to the Patent and Trademark Office in the above application. A copy  
of the correct foreign priority document number 100 42 121.0 for this application is  
enclosed.

Respectfully submitted,

By Richard M. Beck

Richard M. Beck  
Reg. No. 22,580  
CONNOLLY BOVE LODGE & HUTZ LLP  
P. O. Box 2207  
Wilmington, Delaware 19899  
Tel. (302) 658-9141

RMB/alh  
Enclosure

#169217v1<CB> -communication correcting priority document.wpd

**RECEIVED**  
JAN 15 2002  
TC 1700



9086 \* 172



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 100 42 121.0

**Anmeldetag:** 28. August 2000

**Anmelder/Inhaber:** Basell Polyolefine GmbH, Kehl/DE  
(vormals: Elenac GmbH)

**Bezeichnung:** Verfahren zur Herstellung von Kunststoffhohlkörpern

**IPC:** B 29 D, B 32 B, B 60 K

RECEIVED  
JAN 15 2002  
TC 1700

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 27. August 2001  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Kunststoffhohlkörpern, welches  
5 die folgenden Schritte umfaßt:
  - a) Herstellen eines schlauchförmigen Kunststoffvorformlings  
in einer Blasform- oder Coextrusionsblasformanlage
  - b) Aufschneiden des extrudierten oder coextrudierten Kunst-  
10 stoffvorformlings zu wenigstens einem flächigen Halbzeug
  - c) Thermoformen der erhaltenen flächigen Halbzeuge zu Halb-  
schalen
  - d) Verschweißen der thermogeformten Halbschalen zu einem  
Hohlkörper.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß vor  
dem Verschweißen der thermogeformten Halbschalen Einbauteile  
an der Innenseite der Halbschale angebracht werden.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die  
Einbauteile Lüftungsleitungen für den Druckausgleich inner-  
halb des Tanks, Kraftstoffleitungen für den Flüssigkeitsaus-  
gleich innerhalb des Tanks, Ventile, Schwalltöpfe, Pumpen-  
und/oder Tankgebermodule sind.
- 25 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch  
gekennzeichnet, daß das Verschweißen der thermogeformten  
Halbschalen aus der Tiefziehwärme erfolgt.
- 30 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch  
gekennzeichnet, daß das Verfahren ohne zusätzliche Aufheiz-  
oder Abkühlschritte abläuft.
- 35 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch  
gekennzeichnet, daß der schlauchförmige Kunststoffvorformling  
vor dem Schneiden mit Hilfe einer Spreizvorrichtung senkrecht  
zur Extrusionsrichtung gedehnt wird.
- 40 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß das Schneiden des Kunststoffvorformlings vor  
der Abtrennung von der Düse, also bereits während der  
Extrusion oder unmittelbar anschließend erfolgt.

## 2

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die flächigen Halbzeuge quer zur Extrusionsvorrichtung gereckt werden.
- 5 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoffvorformling mindestens eine Schicht aus polymeren Material aufweist, vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe umfassend Polyethylen, Polypropylen, Polyvinylchlorid, Polyamid, Polyketon, Polyester und/oder
- 10 Mischungen davon.
10. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoffvorformling aus mehreren Schichten aufgebaut ist, umfassend vorzugsweise Basisschicht,
- 15 Mahlgutschicht, Haftvermittlerschicht und/oder Barrierschicht.
11. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Kunststoffvorformling aus mehreren Schichten aufgebaut ist, umfassend von außen nach innen:
- 20
- eine Schicht aus HDPE mit einer Dicke von 5 bis 30%,
  - eine Mahlgutschicht mit einer Dicke von 10 bis 82%,
  - eine Haftvermittlerschicht mit einer Dicke von 1 bis 5%,

25

  - eine Barrierschicht mit einer Dicke von 1 bis 10%,
  - eine Haftvermittlerschicht mit einer Dicke von 1 bis 5%,
  - eine Schicht aus HDPE mit einer Dicke von 10 bis 40%, jeweils bezogen auf die Gesamtdicke der Behälterwand.
- 30 12. Kunststoffhohlkörper, herstellbar nach dem Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 bis 11.
13. Verwendung eines nach dem Verfahren gemäß den Ansprüchen 1 bis 11 erhältlichen Kunststoffhohlkörpers als Kunststoff-
- 35 kraftstoffbehälter in Kraftfahrzeugen, als Benzinkanister, Kunststofftank zur Lagerung und zum Transport von Heizöl, Diesel und dergleichen, Transportbehälter auf Nutzfahrzeugen, beispielsweise für landwirtschaftliche Spritzmittel, Lösemittelbehälter, Lösungsmittelbehälter, Kunststoffflaschen und
- 40 dergleichen.

## Verfahren zur Herstellung von Kunststoffhohlkörpern

### Beschreibung

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Kunststoffhohlkörpern. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung nach dem vorgenannten Verfahren herstellbare Kunststoffhohlkörper sowie deren Verwendung beispielsweise als Kunststoff-

10 kraftstoff-behälter in Kraftfahrzeugen.

Für die Lagerung und den Transport flüssiger Gefahrstoffe sind Kunststoffhohlkörper seit langem bekannt. Insbesondere im Fahrzeugbau haben Kunststoffhohlkörper in Form von Kraftstofftanks,

15 die früher üblichen Tanks aus metallischen Werkstoffen nahezu vollständig verdrängt. Aber auch tragbare bzw. nicht ortsfeste Behälter aller Art, beispielsweise Benzinkanister, Kunststoffflaschen, -fässer und -container für brennbare Flüssigkeiten, Gefahrstoffe und dergleichen werden heute fast ausschließlich aus  
20 Kunststoffen hergestellt. Der besondere Vorteil von Kunststoffbehältern und Tanks liegt vor allem im geringeren Gewicht-/Volumenverhältnis und der Vermeidung von Korrosionsproblemen sowie der kostengünstigen Herstellung.

25 Für die Herstellung von Kunststoffhohlkörpern sind verschiedene Verfahren einsetzbar. Neben dem sogenannten Rotationssintern wird vor allem das Blasformen, einschließlich Coextrusionsblasformen, in großem Maßstab in der Serienproduktion angewandt.

30 Aufgrund weltweit bestehender gesetzlicher Anforderungen zur Reduktion ozonbildender Emissionen, wie beispielsweise Kraftstoffemissionen müssen Kunststoffkraftstoffbehälter (KKB) in allen Fahrzeugen gegen den Austritt von Kraftstoffen im Stillstand und Betrieb gesichert sein. Sofern der zur Herstellung eines Kunststoffkraftstoffbehälters verwendete Kunststoff nicht bereits inhärente Barriereigenschaften aufweist, müssen zusätzliche Maßnahmen zur Permeationsminderung getroffen werden.  
35Die häufig zur Herstellung der Kunststoffkraftstoffbehälter verwendeten Polyolefine weisen eine nur geringe Barrierewirkung gegenüber der Permeation leicht flüchtiger, unpolarer Stoffe auf. Die Sperreigenschaften von Kunststoffkraftstoffbehältern aus beispielsweise Polyethylen lassen sich unter anderem durch Fluorierung (in-line oder off-line), Lackierung bzw. Coating,  
45 Plasmapolymersation, Blends (Selar®-Verfahren) oder

Coextrusionsverfahren (Einbau diverser Sperrpolymere im Mehrschichtverbund) erheblich verbessern.

- Neben dem Coextrusionsblasformen haben nur noch die Fluorierung und das Selar®-Verfahren als Barriereverfahren technische Bedeutung erlangt. Im Stand der Technik bekannte Fluorierungsverfahren sind im weitesten Sinne Beschichtungsverfahren. Ein prinzipieller Nachteil aller Beschichtungsverfahren ist, daß die Sperrschicht bzw. die Sperrschichten notwendigerweise auf der inneren und/oder äußeren Behälteroberfläche aufgetragen werden und somit den Umgebungseinflüssen ungeschützt ausgesetzt sind. So kann es mit der Zeit zu einem Ablösen oder auch zu einer chemischen Veränderung der Sperrschicht kommen, wodurch die Barriereigenschaften signifikant beeinträchtigt werden. Die strengen gesetzlichen Anforderungen zur Langzeitstabilität der Sperrwirkung bedingen, daß in der Zukunft Beschichtungsverfahren wie etwa die Fluorierung zunehmend an Bedeutung verlieren werden. Diese Entwicklung wird zudem dadurch verstärkt, daß zur Erfüllung der gesetzlichen Anforderungen hinsichtlich der Vermeidung von Kraftstoffemissionen aus dem Kraftstoffsystem vermehrt Teile im Inneren des Tanks integriert werden müssen. Der Einbau der Teile, wie etwa Leitungen oder Ventile, kann entweder vor oder nach einem durchzuführenden Beschichtungsprozess erfolgen. Vor dem Beschichtungsprozess können Teile nur dann eingebaut werden, wenn die Einbauteile bei dem Beschichtungsverfahren nicht beschädigt werden. Erfolgt die Beschichtung vor dem Einbau etwaiger Teile, muß davon ausgegangen werden, daß an den Befestigungsstellen (Schweißstellen) im Tank die Beschichtung beschädigt wird.
- Aus den vorgenannten Gründen konzentrieren sich heutige Entwicklungen auf die Herstellung und den Aufbau von Mehrschichtsystemen. Beispielsweise wird das Verfahren der Mehrschicht-Coextrusion zur Einbringung von Sperrschichten in die Behälterwand eingesetzt. Dabei werden Sperrpolymere über Haftvermittler in eine tragende Polymermatrix eingebettet. Üblicherweise befindet sich das Sperrpolymere etwa in der Mitte der Behälterwand, wodurch zum einen die bei mechanischer Belastung auftretenden Biegespannungen in den zumeist spröderen Sperrpolymeren minimiert werden und zum anderen das Sperrpolymere vor Umgebungseinflüssen - insbesondere Wasser - durch das Matrixmaterial, wie etwa Polyethylen, geschützt ist.

- Ein für den Aufbau mehrschichtiger Hohlkörper verwendetes Verfahren ist das bereits erwähnte Coextrusionsblasformen. Das Blasformen bzw. das Coextrusionsblasformen ist eine verbreitete Technik, die jedoch den Nachteil aufweist, daß die Integration von Bauteilen, also beispielsweise Komponenten des Kraftstoffsystems,

nach der Herstellung des Kunststoffhohlkörpers gar nicht oder nur in sehr begrenztem Umfang möglich ist.

Bei einem weiteren im Stand der Technik bekannten Herstellungsverfahren, dem sogenannten Thermoformverfahren bzw. Twin-Sheet-Verfahren werden zunächst zwei Halbschalen durch Tiefziehen entsprechender Plattenhalbzeuge gefertigt und diese in einem zweiten Verfahrensschritt miteinander verschweißt. Ein grundlegender Nachteil dieses Verfahrens besteht allerdings unter anderem in der nur bedingt kontrollierbaren Waddickenverteilung in den Tankhalbschalen. Die Waddickenverteilung und somit die Sperrschichtdickenverteilung lassen sich nur unzureichend kontrollieren, da die Plattenhalbzeuge eine gleichmäßige Waddicke besitzen, so daß je nach Reckverhältnissen beim Tiefziehen die Wanddicke bzw. die Sperrschichtdicke lokal stark ausgedünnt werden kann.

Ein weiterer Prozeß zur Herstellung von mehrschichtigen Kunststoffhohlkörpern beruht auf den im Stand der Technik bekannten Spritzgußverfahren. Ein erheblicher Nachteil dieser Verfahren ist darin zu sehen, daß zum Aufbau mehrschichtiger Schalen entweder dickwandige mehrschichtige, in einem gesonderten Prozeß herzustellende Folien hinterspritzt werden oder aber dünnere Folien, die ebenso gesondert herzustellen sind, in zwei aufeinanderfolgenden Schritten beidseitig hinterspritzt werden. In jedem Falle sind daher prinzipiell mehrere Prozeßschritte, ein erheblicher apparativer Aufwand und somit ein hoher Kostenaufwand für das Herstellen mehrschichtiger Kunststoffhohlkörper erforderlich.

In der DE 198 14 314 wird ein sogenanntes Schmelzpreßverfahren beschrieben. Hierbei wird ein coextrudierter Vorformling, beispielsweise als Schlauch aus einer Blasformanlage, in ein Werkzeug eingelegt und mit einem Stempel oder Negativwerkzeug zu einer Halbschale verpreßt. Nachteilig ist, daß vor dem Verschweißen die Entformung des Stempels erfolgen muß und somit ein Verschweißen aus der Wärme nicht möglich ist. Darüber hinaus tritt beim Verpressen eine starke Schmelzquetschströmung parallel zur Werkzeugoberfläche auf, wodurch zwar die Gesamtwanddicke gut über die geometrischen Maße von Werkzeug und Stempel festgelegt werden kann, jedoch die zumeist leicht fließende Schmelze der Sperrpolymere örtlich ausgedünnt werden kann. Dies wiederum bewirkt eine über den Kunststoffhohlkörper ungleichmäßige Barrierewirkung.

Die vorhergehenden Ausführungen zeigen, daß die im Stand der Technik bekannten Verfahren zur Herstellung von Kunststoffhohlkörpern eine Reihe gravierender Nachteile aufweisen. Es besteht daher ein starkes Bedürfnis, ein Verfahren zur Herstellung von

4

Kunststoffhohlkörpern zur Verfügung zu stellen, welches die vor-  
genannten Nachteile des Standes der Technik vermeidet. Der vor-  
liegenden Erfindung lag außerdem die Aufgabe zugrunde, ein Ver-  
fahren zu entwickeln, bei dem die bereits existierenden und in  
5 der Industrie weit verbreiteten Coextrusionsblasformanlagen bzw.  
Blasformanlagen weiterhin Verwendung finden.

Weitere Aufgaben ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung  
der Erfindung.

10

Die Lösung der verfahrensbezogenen Aufgaben liegt in den Merkma-  
len des Anspruches 1.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens  
15 sind in den Verfahrensunteransprüchen definiert.

Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zur Herstellung von Kunst-  
stoffhohlkörpern bereitgestellt, welches die folgenden Schritte  
umfaßt:

20

- a) Herstellen eines schlauchförmigen Kunststoffvorformlings in  
einer Blasform- oder Coextrusionsblasformanlage
  - b) Aufschneiden des extrudierten oder coextrudierten Kunststoff-  
vorformlings zu wenigstens einem flächigen Halbzeug
  - 25 c) Thermoformen der erhaltenen flächigen Halbzeuge zu Halb-  
schalen
  - d) Verschweißen der thermogeformten Halbschalen zu einem Hohl-  
körper
- 30 Es wurde gefunden, daß für das erfindungsgemäße Verfahren zur  
Herstellung von Kunststoffhohlkörpern die Nachteile der im Stand  
der Technik bekannten Verfahren vermieden werden. Das Prinzip des  
erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung von Kunststoffhohl-  
körpern besteht darin, daß ein in einer Blasform- oder Coextru-  
35 sionsblasformanlage hergestellter Kunststoffvorformling in axia-  
ler Richtung aufgeschnitten wird und die so erhaltenen schmelze-  
förmigen, flächigen Plattenhalbzeuge in zwei Tiefziehwerkzeuge  
eingelegt und zu der gewünschten Form umgeformt werden. Auf diese  
Weise werden zwei Halbschalen erhalten, die anschließend aus der  
40 Tiefziehwärme miteinander verschweißt werden können. Die Herstel-  
lung der flächigen Halbzeuge über eine Blasformanlage erlaubt  
eine gezielte und reproduzierbare Waddickensteuerung und somit  
eine hohe Gestaltungsfreiheit. Bei Verwendung einer Coextrusions-  
blasformanlage lassen sich Schichten aus Barrierepolymeren in das  
45 Halbzeug integrieren. Wird das Halbzeug einschichtig auf einer  
Blasformanlage gefertigt, so lassen sich nachträglich Barriere-  
schichten aufbringen, beispielsweise durch Fluorierung oder Lak-



## 5

kierung. Diese Beschichtungen werden vorzugsweise nach dem Zusammenschweißen der Halbschalen aufgebracht. Jedoch können die Beschichtungsvorgänge auch vor dem Verschweißen gegebenenfalls vor oder nach der Anbringung von Einbauteilen an den Halbschalen erfolgen.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Kunststoffhohlkörper, welcher nach dem vorbeschriebenen Verfahren herstellbar ist. Es ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Kunststoffhohlkörper vorzugsweise als Kunststoffkraftstoffbehälter in Kraftfahrzeugen, aber auch als Benzinkanister, Kunststofftanks zur Lagerung und zum Transport von Heizöl, Diesel und dergleichen, Transportbehälter auf Nutzfahrzeugen, beispielsweise für landwirtschaftliche Spritzmittel, Lösungsmittelbehälter, Kunststoffflaschen und dergleichen verwendet werden.

Ein weiterer Vorteil des Herstellungsverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung liegt darin, daß vor dem Verschweißen der tiefgezogenen Halbzeuge gegebenenfalls Einbauten, wie etwa beispielsweise Komponenten eines Kraftstoffsystems, problemlos auf der Innenseite der Halbschalen angebracht werden können. Es ist daher erfindungsgemäß vorgesehen, daß vor dem Verschweißen der thermogeformten Halbzeuge Einbauteile, wie etwa Lüftungsleitungen für den Druckausgleich innerhalb des Tanks, Kraftstoffleitungen für den Flüssigkeitsausgleich innerhalb der des Tanks, Ventile, Schwalltöpfe, Pumpen- und/oder Tankgebermodule, an der Innenseite der Halbschalen angebracht werden.

Das Verschweißen der thermogeformten Halbzeuge geschieht vorzugsweise aus der Tiefziehwärme, d.h. die nach dem Thermoformen schmelzeheißen Halbschalen werden direkt miteinander verschweißt. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren erfolgt vorteilhafterweise vor dem Verschweißen der beiden Halbzeuge keine Abkühlung beziehungsweise Entformung oder Nachbearbeitung. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens sind zur Herstellung des Kunststoffhohlkörpers aus dem schmelzeheißen (co)extrudierten schlauchförmigen Vorformling keine zusätzlichen Aufheiz- oder Abkühlschritte notwendig.

40

Ein weiterer wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß die Wanddicke des Kunststoffvorformlings in der verwendeten Coextrusionsblasformanlage gezielt reguliert werden kann. Die präzise Regulierung der Wanddicke des Vorformlings in der Coextrusionsblasformanlage führt zu einer signifikanten Verbesserung der Wanddickensteuerung bei dem anschließenden Thermoform- bzw. Tiefziehprozess. Der Durchmesser bzw. der

## 6

Umfang des Kunststoffvorformlings wird über den Düsendurchmesser des Extrusionsblaskopfes festgelegt und ist den Erfordernissen der nachfolgenden Verfahrensschritte anzupassen. Die Wanddicke des Kunststoffvorformlings kann bei der Extrusion mit Hilfe des variablen Düsenpalts in axialer Richtung reguliert werden. Bei Verwendung profilierter Düsen/Dorn-Paare oder flexibler Düsenringe, die mit geeigneten Stellelementen deformiert werden können (partielle Waddickensteuerung) läßt sich auch eine radiale Waddickensteuerung realisieren.

10

Nach der Extrusion des Kunststoffvorformlings bis zu einer gewünschten Länge, die gegebenenfalls den Erfordernissen der nachfolgenden Verfahrensschritte und der Fertigteilgeometrie anzupassen ist, wird der Vorformling aufgeschnitten, so daß man wenigstens ein, vorzugsweise zwei, oder auch mehrere, beispielsweise drei oder vier, flächige Halbzeuge erhält. Das Aufschneiden des Kunststoffvorformlings erfolgt in einer bevorzugten Ausführungsform vor dem Abtrennen von der Düse, also bereits während der Extrusion oder unmittelbar nach der Extrusion.

20

In einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform wird der Kunststoffvorformling vor dem Schneiden mit Hilfe einer Spreizvorrichtung senkrecht zur Extrusionsrichtung gedehnt. Wird der schlauchförmige Vorformling nur einseitig aufgeschnitten, erhält man ein großflächiges Halbzeug, das über ein Tiefziehwerkzeug mit zwei Kammern für Ober- und Unterschale gelegt werden kann, so daß daraus zwei Halbschalen entstehen, welche anschließend voneinander getrennt und verschweißt werden. Vorzugsweise wird der schlauchförmige Vorformling an zwei Seiten aufgeschnitten, so daß zwei flächige Halbzeuge entstehen, welche jeweils in ein Tiefziehwerkzeug eingeformt werden. Weiterhin ist es erfindungsgemäß auch vorgesehen, den Vorformling in mehr als zwei Teile zu zerschneiden und gegebenenfalls das Fertigteil aus mehr als zwei Teilschalen zu fertigen.

35

Die so erhaltenen Kunststoffteile werden dann in einem Thermoformprozeß zu halbschalenartigen Halbzeugen weiterverarbeitet. Vorteilhafterweise können bereits vorhandene Coextrusionsblasformanlagen auch für das erfindungsgemäße Verfahren verwendet werden. Die Blasformanlagen müßten lediglich durch entsprechende Schneideeinheiten, bevorzugt Roboter, sowie Tiefzieheinheiten ergänzt werden, wobei es grundsätzlich auch möglich ist, die bereits vorhandenen Schließeinheiten der Blasformanlagen zum Tiefziehen, Komplettieren und Verschweißen einzusetzen.

45

Es ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß für einzelne Arbeitsschritte des Verfahrens, insbesondere für das Abtrennen, den Transport und das Schneiden des Kunststoffvorformlings Roboter eingesetzt werden.

- 5 Aufgrund der hohen Beanspruchung des Kunststoffmaterials und der hohen Anforderungen, beispielsweise hinsichtlich der Barriere-  
wirkung, sind die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren herge-  
stellten Kunststoffhohlkörper vorzugsweise aus mehreren Schichten  
10 aufgebaut.

- Bevorzugt sind die erfindungsgemäßen Kunststoffhohlkörper aus  
mindestens zwei Schichten aufgebaut. Bei diesen Schichten handelt  
es sich stets um eine tragende Basisschicht, welche üblicherweise  
15 die Innenoberfläche des Hohlkörpers bildet. Diese Schicht ist so-  
mit für die Dichtigkeit und mechanische Stabilität des Behälters  
von entscheidender Bedeutung.

- In einer besonderen Ausführungsform weist der hergestellte Kunst-  
stoffvorformling mindestens eine Schicht aus polymerem Material,  
20 vorzugsweise ausgewählt aus der Gruppe umfassend Polyethylen,  
Polypropylen Polyvinylchlorid, Polyamid, Polyketon, Polyester  
und/oder Mischungen davon, auf.

- 25 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Kunststoff-  
vorformling aus mehreren Schichten aufgebaut, umfassend vorzugs-  
weise Basisschicht, Mahlgutschicht, Haftvermittlerschicht und/  
oder Barrierschicht.

- 30 Die Schichtdickenverteilung innerhalb des Fertigteils und somit  
des Vorformlings hängt von der Anzahl der Schichten ab. Die  
Schichtdickenverteilung in einem nach dem erfindungsgemäßen Ver-  
fahren hergestellten Kunststoffvorformling, welcher aus sechs  
Schichten aufgebaut ist, ist nachfolgend angegeben. In einer be-  
35 sonders bevorzugten Ausführungsform wird ein Kunststoffvorform-  
ling bzw. ein Kunststoffhohlkörper hergestellt, der aus sechs  
Schichten aufgebaut ist, umfassend von außen nach innen:

- eine Schicht aus HDPE mit einer Dicke von 5 bis 30 %,  
40 eine Mahlgutschicht mit einer Dicke von 10 bis 82 %,  
eine Haftvermittlerschicht mit einer Dicke von 1 bis 5 %,  
eine Barrierschicht mit einer Dicke von 1 bis 10 %,  
eine Haftvermittlerschicht mit einer Dicke von 1 bis 5 %,  
eine Schicht aus HDPE mit einer Dicke von 10 bis 40 %, 1  
45 jeweils bezogen auf die Gesamtdicke der Behälterwand.

Geeignete Basismaterialien umfassen hochdichtes Polyethylen (HDPE) mit einer Dichte von 0,940 bis 0,960 g/cm<sup>3</sup>, insbesondere 0,943 bis 0,955 g/cm<sup>3</sup> und insbesondere bevorzugt von 0,943 bis 0,950 g/cm<sup>3</sup>. Die Schmelzfließrate der erfindungsgemäß geeigneten polyethylenmaterialien beträgt zwischen 1,5 und 20 g/10 min (MFR (190°C/21,6kg)) insbesondere zwischen 2 und 10 g/10 min und besonders bevorzugt zwischen 3 und 8 g/10 min. Selbstverständlich eignen sich auch andere, bereits genannte polymere Materialien als tragendes Basismaterial.

- 10 Geeignete Barrierematerialien umfassen Ethylenvinylalkohol-Copolymerisat (EVOH), Polyamid oder auch andere Barrierepolymere wie Polyester, insbesondere Polybutylenterephthalat, Fluorpolymere, wie Polyvinylidenfluorid, Ethylen-Tetrafluoroethylen-Copolymerisat (ETFE), Tetrafluoroethylen-Hexafluoropropylen-Vinylidenfluorid-Copolymerisat (THV) sowie flüssigkristalline Polymere (LCP). Weiterhin geeignet sind auch Mischungen der vorgenannten Barrierematerialien mit sogenannten Nanopartikeln. Nanopartikel gemäß der vorliegenden Erfindung sind anorganische
- 20 Schichtsilikate deren atomare Schichten durch eingelagerte organische Moleküle aufgeweitet und damit aufgelockert sind. Durch Einarbeiten in polymere Werkstoffe können die atomaren Schichten getrennt werden, wodurch eine extrem feine Verteilung der Partikel bewirkt wird. Die Oberfläche der dispergierten Partikel bewirkt eine extreme Verlängerung des Diffusionsweges eines
- 25 ggf. permeierenden Moleküls, wodurch die Permeation reduziert wird.

Erfindungsgemäß geeignete Haftvermittler umfassen polarmodifizierte Polyethylene (HDPE oder LLDPE und LDPE). Die Polarmodifizierung erfolgt üblicherweise durch Pfropfcopolymerisation mit polaren Molekülen mit C=C-Doppelbindungen, wie etwa Fumarsäure, Maleinsäure oder auch Maleinsäureanhydrid. Die gepfropften Polyethylene können in nachfolgenden Reaktionen zusätzlich chemisch

35 modifiziert werden, beispielsweise durch Einbringung von Aminogruppen. Darüber hinaus eignen sich auch Copolymerisate des Ethylens mit Vinylacetat, Acrylsäure bzw. deren Ester prinzipiell als Haftvermittler.

40 Die sogenannte Mahlgutschicht wird vorzugsweise aus sogenannten Butzen erzeugt, die beispielsweise bei der Herstellung der Kunststoffhohlkörper als Restmaterialien bzw. Produktionsreste anfallen.

45 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß der Kunststoffhohlkörper nach dem Verschweißen der beiden thermogeformten Halbzeuge mit einer zusätzlichen per-

meationsmindernden Beschichtung versehen wird. Die permeationsmindernde Beschichtung kann beispielsweise mittels Direktfluorierung, Lackierung oder Plasmapolymerisation der Kunststoffbehälter erhalten werden.

- 5 Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, daß im folgenden das erfindungsgemäße Verfahren lediglich beispielhaft hinsichtlich der möglichen Ausführungsformen beschrieben wird. Erfindungsgemäß sind noch weitere Ausführungsformen vorgesehen, welche ebenfalls  
10 das erfindungsgemäße Verfahrensprinzip aufweisen.

- Im ersten Schritt des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zunächst ein Kunststoffvorformling hergestellt. Dies kann beispielsweise in einer 6-Schicht-Coextrusionsblasformanlage, wie sie von der  
15 Firma Krupp Kautex Maschinenbau hergestellt und vertrieben wird, durchgeführt werden. Man erhält bei der Coextrusion einen schlauchförmigen, aus sechs Schichten aufgebauten Vorformling. Der Schichtaufbau des Vorformlings entspricht dem bereits beschriebenen Aufbau (von außen nach innen: HDPE, Mahlgut, Haftver-  
20 mittler, Barrierepolymer, Haftvermittler, HDPE). Die Schichtdickenverteilung des Vorformlings liegt ebenfalls in den bereits angegebenen Bereichen.

- Die Vorformlingswanddicke wird bei der Coextrusion der Geometrie  
25 des Fertigteils so angepaßt, daß im Fertigteil eine möglichst homogene Wanddickenverteilung ohne Dünnstellen erzeugt wird. Die Vorformlingswanddicke wird hierbei durch ein geeignetes Programm, welches den zeitlichen Verlauf des Düsenpalts regelt (WDS), und ggf. auch durch radiale Steuerung des Düsenpalts (PWDS) regu-  
30 liert. Die Wanddickenverteilung regelt sich nach den Anforderungen an das mechanische Verhalten des Materials sowie bei Kunststoffkraftstoffbehältern auch nach dem geforderten Verhalten im Brandfalle. Der Durchmesser bzw. der Umfang des Vorformlings-  
35 schlauches wird den Erfordernissen des Werkzeugs angepaßt und läßt sich problemlos über die Wahl des Düsendurchmessers festlegen.

- Der Kunststoffvorformling wird bis zu einer solchen Länge extrudiert, wie sie für das jeweilige Werkzeug erforderlich ist.  
40 Es ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß der Vorformling über eine geeignete Spreizvorrichtung extrudiert werden kann, die im einfachsten Falle aus zwei senkrecht montierten Stangen besteht, welche beispielsweise hydraulisch voneinander weg bewegt werden können. Werden die beiden parallel oder auch schräg zueinander  
45 angeordneten Stangen, die sich im Innenraum des Vorformlings-schlauches befinden, voneinander weg bewegt, so erfährt die Schmelze über die gesamte Länge des Vorformlingsschlauches eine

Dehnung senkrecht zur Extrusionsrichtung. Selbstverständlich läßt sich die vorbeschriebene Spreizvorrichtung auch mehrteilig konstruieren, so daß der Vorformlingsschlauch in axialer Richtung gezielt unterschiedlichen Dehnungen bzw. Spreizungen unterworfen werden kann. Die Bearbeitung mit Hilfe einer Spreizvorrichtung bietet nicht nur die Möglichkeit, den coextrudierten Schlauch gezielt vorzuformen, sondern darüber hinaus die Wanddicke des Vorformlings über diesen Spreizvorgang zu steuern.

Der so erhaltene Kunststoffvorformling wird unterhalb der Düse des Extrusionskopfes abgetrennt. Anschließend wird der in der Spreizvorrichtung aufgespannte und gehaltene schmelzeförmige Vorformling aus dem Bereich der Vorformlingsextrusion herausgeschwenkt, um im nächsten Arbeitsschritt an zumindest zwei den Erfordernissen der nachfolgenden Verfahrensschritten und des Fertigteils angepaßten Linien aufgeschnitten zu werden. Hierzu werden zu beiden Seiten des Vorformlings Halterungsvorrichtung an den Kunststoffvorformling herangeführt, welche die nach dem Schneiden anfallenden Hälften des Vorformlings festhalten und positionieren können. Beispielsweise geeignete Halterungsvorrichtungen sind Saugnäpfe. Das Abtrennen und der Transport von Schmelzschläuchen ist ein im Stand der Technik bekannter Prozeßschritt und wird beispielsweise in der EP 0 653 286 ausführlich beschrieben. Das Zerteilen des Kunststoffvorformlings in axialer Richtung erfolgt vorzugsweise mit Robotern, die eine dreidimensionale Steuerung der Schneidewerkzeuge ermöglichen. Auf diese Weise kann die Flächenform des Halbzeugs an den Kantenverlauf des Tiefziehwerkzeugs angepaßt werden, wodurch der anfallende Butzenteil minimiert werden kann. Wahlweise kann der Schmelzschlauch auch bereits während der Extrusion oder aber unmittelbar anschließend noch vor der Abtrennung von der Düse in axialer Richtung aufgeschnitten werden. Erfolgt das Aufschneiden während der Extrusion kann das flächige Halbzeug seinerseits quer zur Extrusionsrichtung gereckt werden.

Die nunmehr erhaltenen zumeist plattenförmigen, flächigen Halbzeuge werden im nächsten Schritt an die beiden vorzugsweise sich gegenüberliegenden Tiefziehwerkzeuge herangeführt. Dies kann ebenfalls durch Roboter geschehen. Die Tiefziehwerkzeuge weisen gegebenenfalls unterschiedliche Formen auf, beispielsweise für das Ober- bzw. Unterteil des zu fertigenden Kunststoffhohlkörpers. Durch Anlegen von Unterdruck werden die schmelzeförmigen Halbzeuge in das Tiefziehwerkzeug eingesogen, wobei durch ein entsprechendes Druck-Zeitprofil die multiaxiale Ausdehnung der Schmelze und somit auch die Wanddickenverteilung in den zu fertigenden Halbschalen weiter optimiert werden kann.

## 11

Nach dem Einformen der Halbzeuge in die Tiefziehwerkzeuge werden ggf. Einbauteile in die Halbschalen montiert. Bei der Fertigung eines Kunststoffkraftstoffbehälters können beispielsweise Lüftungsleitungen für den Druckausgleich innerhalb des Tanks, Kraftstoffleitungen für den Flüssigkeitsausgleich innerhalb des Tanks, Ventile, Schwalltöpfe, Pumpen- und/oder Tankgebermodule beim Be-  
5 tanken in die Tankhalbschalen eingelegt und mit der noch schmelz-  
warmen Innenoberfläche verschweißt werden. Auch für diesen Pro-  
zeß werden vorzugsweise Roboter eingesetzt. Im letzten Ferti-  
10 gungsschritt werden die beiden noch in den Werkzeugen befindli-  
chen Halbschalen aufeinandergeführt und miteinander durch Zusam-  
mendrücken der beiden Werkzeuge verschweißt. Dabei wird der auf  
den Stirnflächen der Werkzeughälften aufliegende Teil der beiden  
Halbzeuge miteinander in Kontakt gebracht und verschweißt. Die  
15 Werkzeuge und ihre Schließbewegungen sind so zu gestalten, daß  
beim Verpressen der Halbschalen während des Schweißvorgangs Mate-  
rial in geeignete Kammern fließen kann, so daß die Schweißnaht-  
geometrie den Erfordernissen der Bauteilfestigkeit sowie der  
Dichtigkeit gegenüber Kraftstoffpermeation angepaßt werden kann.  
20 Nach dem Fügeprozeß wird der Tank unter Einhaltung verfahrens-  
technisch erforderlicher Kühlzeiten entformt.

25

30

35

40

45

## Verfahren zur Herstellung von Kunststoffhohlkörpern

## Zusammenfassung

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Kunststoffhohlkörpern, welches die folgenden Schritte umfaßt:

- a) Herstellen eines schlauchförmigen Kunststoffvorformlings in einer Blasform- oder Coextrusionsblasformanlage
- 10 b) Aufschneiden des extrudierten oder coextrudierten Kunststoffvorformlings zu wenigstens einem flächigen Halbzeug
- c) Thermoformen der erhaltenen flächigen Halbzeuge zu Halbschalen
- 15 d) Verschweißen der thermogeformten Halbschalen zu einem Hohlkörper.

20

25

30

35

40

45